

ASAI KEMAMPUAN BAKTERI ENDOFIT DARI KACANG TANAH DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *SCLEROTIUM* SP. PADA KECAMBAH KACANG TANAH

Lisa Novita Arios, Dwi Suryanto, Kiki Nurtjahja, & Erman Munir

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara
Jl. Bioteknologi No.1, Kampus USU, Medan, Indonesia 20155
E-mail: dwisuryanto@usu.ac.id

ABSTRACT

Assay on ability of endophytic bacteria isolated from peanut to inhibit *Sclerotium* sp. growth in peanut seedlings. A study on assay of ability of endophytic bacteria to inhibit *Sclerotium* sp. in peanut seedling has been done. The bacteria were isolated from peanut healthy plants, while *Sclerotium* sp. was isolated from infected peanut plant. Antagonistic assay was conducted by dual culture method. *In vivo* assay of inhibiting *Sclerotium* sp. was conducted by dipping peanut seed in bacterial solution, and planting the seed in soil:compost (3:1) growing media. Six endophytic bacterial isolates showed to inhibit the growth of *Sclerotium* sp. *in vitro*. LN1 seemed to inhibit more of *Sclerotium* sp., while LN5 showed to inhibit less. Two potential isolates LN1 of gram-negative and LN2 of gram-positive using for further study showed to decrease more of dumping off. It also seemed that the isolates increased the seedling height, number of leaves, and dry weight.

Key words: bacteria, dumping off, endophytic, peanut, *Sclerotium* sp.

ABSTRAK

Asai kemampuan bakteri endofit dari kacang tanah dalam menghambat pertumbuhan *Sclerotium* sp. pada kecambah kacang tanah. Penelitian tentang asai kemampuan bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman kacang tanah dalam menghambat pertumbuhan *Sclerotium* sp. pada kecambah kacang tanah telah dilakukan. Bakteri endofit diisolasi dari tanaman kacang tanah yang sehat, sedangkan *Sclerotium* sp. diisolasi dari tanaman yang terkena penyakit. Asai antagonis dilakukan menggunakan metode dua kultur. Asai *in vivo* dilakukan dengan merendam biji dalam kultur bakteri kemudian menanamnya pada tanah:kompos (3:1). Enam isolat bakteri endofit menunjukkan penghambatan pertumbuhan *Sclerotium* sp. *in vitro*. Isolat LN1 terlihat lebih menghambat pertumbuhan *Sclerotium* sp., sedangkan LN5 menunjukkan penghambatan terkecil. Dua isolat potensial LN1, Gram positif dan LN2, Gram negatif yang digunakan untuk uji lanjut menunjukkan kemampuan terbesar dalam menurunkan rebah kecambah. Kedua isolat terlihat mampu menurunkan serangan *Sclerotium* sp., dan juga mampu meningkatkan tinggi, jumlah daun, dan berat kering kecambah.

Kata kunci: bakteri endofit, kacang tanah, rebah kecambah, *Sclerotium* sp.

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang penting dan digemari masyarakat. Tanaman ini banyak mengandung senyawa-senyawa yang dibutuhkan, seperti protein, minyak, karbohidrat, mineral, kalsium, fosfor, dan zat besi. Kebutuhan terhadap kacang tanah semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, pada tahun 2012 luas tanam kacang tanah 10.773 ha dengan total produksi 11.093 ton (Anonim, 2013). Kebutuhan ini akan terus meningkat dengan adanya pertambahan penduduk.

Untuk memenuhi kebutuhan, produksi kacang tanah perlu terus ditingkatkan, namun usaha peningkatan produksi sering menghadapi masalah di antaranya serangan hama dan penyakit. Tanaman kacang tanah sering diserang oleh jamur tular tanah yang dapat bertahan di dalam tanah seperti dari genus *Rhizoctonia* dan *Sclerotium* (Semangun, 1993). Efek yang ditimbulkan dari serangan jamur patogen tersebut yaitu menyebabkan turunnya kualitas tanaman kacang tanah, yang berpengaruh pada rendahnya nilai ekonomis.

Dalam usaha pengendalian patogen, para petani banyak menggunakan fungisida sintetis. Cara ini dianggap lebih efektif dan lebih menguntungkan dibandingkan cara

lainnya. Walaupun demikian kandungan fungisida berbahan kimia sintetis berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan mencemari lingkungan (Ramamoorthy *et al.*, 2002; Minaxi & Saxena, 2010). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan kimia perlu dicari alternatif pengendalian seperti pengendalian hayati menggunakan bakteri (Getha & Vikineswary, 2002; Minaxi & Saxena, 2010; Suryanto *et al.*, 2012).

Bakteri endofit merupakan alternatif yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati karena memiliki kelebihan di antaranya mampu mengendalikan penyakit tumbuhan secara tidak langsung, dengan memproduksi metabolit khusus yang dapat merangsang sistem pertahanan inang dan secara langsung dengan cara menambah ketahanan sistematis tanaman terhadap serangan patogen (Ramamoorthy *et al.*, 2002; Attia *et al.*, 2011; Govindappa *et al.*, 2011). Bakteri endofit tidak mengganggu inang dan ditengarai membantu memperbaiki performa tanaman inang, sehingga pemanfaatan bakteri atau produknya untuk mengendalikan penyakit dapat diandalkan dalam pertanian berkelanjutan (Haggag, 2010; Momota *et al.*, 2012; Lin *et al.*, 2013).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan. Waktu pelaksanaan penelitian ini pada bulan April sampai dengan September 2013.

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Tanaman Kacang Tanah. Isolasi bakteri endofit dilakukan sesuai metode Radu & Kqueen (2002). Tanaman kacang tanah diambil dari kebun kacang tanah di Pancur Batu, Deliserdang, Sumatera Utara. Akar, batang, dan daun tanaman kacang tanah yang sehat dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran atau tanah yang menempel. Setelah bersih, akar, batang, dan daun dikeringkan dengan kertas saring. Sterilisasi permukaan tanaman dilakukan dengan merendam bagian permukaan akar, batang dan daun tanaman secara berturut-turut dalam larutan etanol 75% selama 2 menit, larutan Na-hipoklorit 5,3% selama 5 menit, dan etanol 75% selama 30 detik. Selanjutnya akar, batang dan daun dibilas dengan akuades steril sebanyak 2 kali dan dikeringkan menggunakan kertas saring steril. Setelah kering, bagian ujung akar tanaman dibuang sekitar ± 1 cm.

Masing-masing akar, batang, dan daun dipotong menjadi 4 bagian dan diletakkan pada permukaan media *nutrient agar* (NA) yang telah diberi antibiotik ketokonazol (0,3 g/100 ml) dengan posisi bekas potongan ke arah media. Akar, batang, dan daun pada media NA diinkubasi pada suhu ambien selama 1 hari. Koloni yang muncul dari bagian akar, batang, dan daun tanaman sebelah dalam disubkultur ke media NA baru sampai didapat biakan murni. Isolat murni bakteri endofit yang diperoleh dikarakterisasi morfologi koloni berdasarkan bentuk, tepi, elevasi dan warna, dan bentuk sel dan pewarnaan Gram serta uji biokimia seperti hidrolisis pati, hidrolisis gelatin, sitrat, pembentukan H_2S , motilitas, dan katalase.

Isolasi dan Karakterisasi Jamur Patogen (*Sclerotium* sp.) dari Tanaman Kacang Tanah. Jamur patogen diisolasi dari tanaman yang sakit dengan gejala terkena penyakit. Isolasi jamur patogen dilakukan dengan cara yang sama seperti pada isolasi bakteri endofit di atas menggunakan media *potato dextrose agar* (PDA) yang telah dicampurkan dengan antibiotik kloramfenikol (0,3 g/100 ml). Kultur diinkubasi pada suhu ambien selama 2 hari. Isolat jamur yang diperoleh dimurnikan kemudian dilakukan identifikasi menggunakan buku identifikasi Alexopoulos & Mims (1979). Dari hasil isolasi jamur diperoleh isolat *Sclerotium* sp. yang digunakan untuk uji selanjutnya. Reisolasi jamur patogen dilakukan pada kecambah yang terinfeksi untuk memastikan jamur yang sama dengan yang diinokulasikan sebelumnya.

Asai Antagonisme Isolat Bakteri Endofit terhadap Jamur Patogen. Kemampuan bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen diuji dengan uji antagonisme secara *in vitro* dalam cawan Petri. Biakan jamur ditumbuhkan di tengah media PDA + 3% ekstrak khamir. Kultur kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu ambien. Kertas cakram kosong (Oxoid) direndam dalam suspensi bakteri ($OD_{600} = 0,5$) berumur 1 hari. Kertas cakram yang telah direndam diletakkan di sisi kiri dan kanan biakan jamur dengan jarak 3 cm. Kultur diinkubasi selama 2 hari pada suhu ambien. Zona hambat diukur sebagai jari-jari hifa normal dari koloni jamur dikurangi jari-jari hifa terhambat dari koloni jamur yang terkena perlakuan.

Penghambatan Serangan *Sclerotium* sp. oleh Bakteri Endofit. Biakan jamur patogen diremajakan pada media PDA selama 7 hari pada suhu ambien. Biakan jamur tersebut diinokulasikan pada 120 ml media *glucose yeast broth*. Kultur diinkubasi pada suhu ambien selama

10 hari. Sebanyak 120 ml (10^7 sklerotia/ml) suspensi biakan jamur dicampurkan dengan 1 kg campuran tanah dan kompos steril (nisbah 3:1) dalam nampan plastik berukuran 30 x 38 x 7 cm. Sebanyak 20 biji tanaman kacang tanah direndam dengan suspensi bakteri endofit ($OD_{600} = 0,5$) selama 30 menit. Biji ditanam dalam nampan yang tanahnya telah diberi jamur patogen. Kontrol (-) yaitu biji kacang tanah ditanam pada media tanah tanpa pemberian jamur dan bakteri. Kontrol (+) yaitu biji yang ditanam dalam nampan dengan suspensi jamur patogen.

Perlakuan dengan hanya merendam biji kacang tanah dengan kultur isolat bakteri endofit dilakukan untuk melihat patogenisitas isolat bakteri endofit terhadap biji kacang tanah. Ulangan dilakukan sebanyak lima kali. Pengamatan dilakukan terhadap tanaman yang terserang rebah kecambah selama masa persemaian 30 hari. Persentase rebah kecambah atau biji kacang tanah yang tidak tumbuh dihitung dari jumlah kecambah yang terserang rebah dan biji kacang tanah yang tidak tumbuh dibagi jumlah seluruh kecambah yang tumbuh pada kontrol (-).

Pengukuran Tinggi, Berat Basah, Berat Kering dan Jumlah Daun Kecambah Kacang Tanah.

Pengukuran tinggi kecambah dilakukan dari batas terbawah bagian batang yang tepat pada permukaan tanah dengan batas teratas dihitung hingga ujung daun yang diluruskan ke atas sejajar batang. Pengukuran berat kering dilakukan dengan mengukur berat kecambah yang sudah dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 2 hari hingga didapatkan berat kering yang konstan. Jumlah daun dihitung dari kecambah tersisa di akhir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Kacang Tanah. Isolasi bakteri endofit dari berbagai tanaman untuk tujuan pengendalian penyakit telah banyak dilakukan. Isolasi yang dilakukan dari tanaman kacang tanah yang sehat dalam penelitian ini memperoleh 6 isolat bakteri yang berbeda secara morfologi dan biokimia, 5 di antaranya merupakan bakteri Gram positif (Tabel 1). Mikroorganisme endofit yang telah diisolasi dari inang berbagai tanaman memiliki kemampuan bervariasi dalam menghambat dan meningkatkan performa inang. Ziedan (2006) memperoleh 25 isolat, 3 isolat *Bacillus subtilis*, dan 1 isolat *Pseudomonas fluorescens* yang menunjukkan kemampuan menghambat patogen. Lin *et al.* (2013) mendapatkan hasil dari 60 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman *Sophora alopecuroides*

Tabel 1. Karakterisasi morfologi dan biokimia isolat bakteri endofit dari tanaman kacang tanah

Isolat	Koloni			Bentuk sel	Pewarnaan Gram	Hidrolisis pati	Hidrolisis gelatin	Biokimia			Motilitas	Katalase
	Bentuk	Tepi	Elevasi					Warna	Uji Sifat	Uji H ₂ S		
LN1	Tidak Beraturan	Bergelombang	Rata	Putih susu	Bulat	Positif	Negatif	Negatif	Positif	Kuning-kuning	Negatif	Positif
LN2	Tidak beraturan	Bergelombang	Rata	Putih susu	Batang	Negatif	Negatif	Positif	Positif	Merah-kuning	Negatif	Positif
LN3	Tidak beraturan	Bergerigi	Rata	Putih susu	Batang	Posiif	Negatif	Negatif	Negatif	Kuning-kuning	Titik-titik	Positif
LN4	Seperti akar	Seperti benang	Rata	Putih susu	Batang	Posiif	Negatif	Negatif	Positif	Merah-kuning	Pedang	Positif
LN5	Tidak beraturan	Bergerigi	Rata	Putih susu	Batang	Posiif	Negatif	Negatif	Positif	Merah-kuning	Pedang	Positif
LN6	Seperti akar	Bergelombang	Rata	Putih susu	Bulat	Posiif	Negatif	Negatif	Negatif	Kuning-kuning	Titik-titik	Negatif

sekitar 50% menunjukkan kemampuan penghambatan, sedangkan 17 isolat menunjukkan kemampuan meningkatkan perkecambahan biji. Keragaman mikroorganisme endofit mungkin dipengaruhi oleh komposisi kimia tanah dan resistensi inang terhadap penyakit (Tian *et al.*, 2004).

Isolasi dan Reisolasi Jamur *Sclerotium* sp. dari Tanaman Kacang Tanah.

Isolasi jamur patogen potensial dari tanaman kacang tanah yang memperlihatkan gejala terserang penyakit memperoleh *Sclerotium* sp. (Gambar 1). *Sclerotium* spp. merupakan jamur tular tanah di daerah tropis, sub-tropis, dan daerah bersuhu hangat dan patogen pada bunga matahari, bit, tomat, lentil, labu, dan kubis (Yaqub & Shahzad, 2005), dan kacang tanah (Choppakatla, 2006). *Sclerotium* sp. pada penelitian ini menyebabkan penyakit rebah kecambah pada kacang tanah dan mengakibatkan biji tidak berkecambah.

Reisolasi jamur patogen dilakukan pada biji yang terkena rebah kecambah dan yang tidak berkecambah. Reisolasi dilakukan pada bagian pangkal batang yang terkena gejala penyakit. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jamur penyebab penyakit yang menyebabkan biji tidak berkecambah memang berasal dari jamur perlakuan, bukan disebabkan oleh jamur lain. Hasil reisolasi menunjukkan bahwa jamur yang didapat memiliki ciri-ciri yang sama dengan *Sclerotium* sp. (Gambar 1).

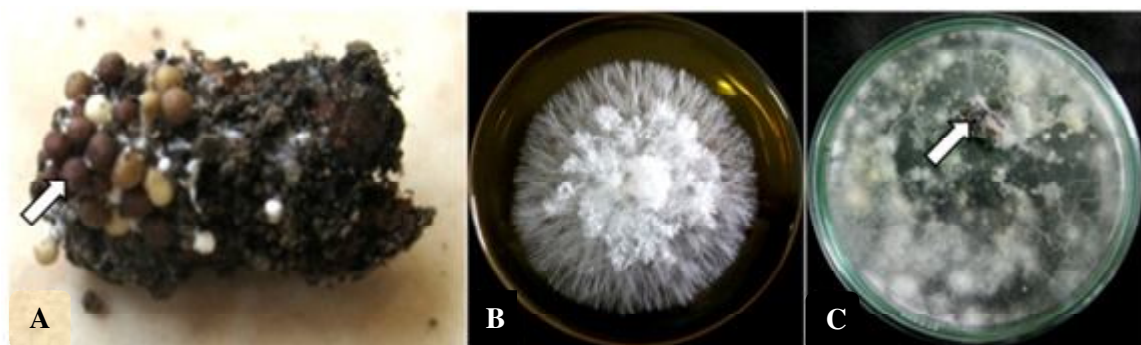
Asai Daya Hambat Bakteri Endofit terhadap Jamur *Sclerotium* sp. Hasil uji 6 isolat bakteri endofit terhadap jamur *Sclerotium* sp. menunjukkan kemampuan isolat bakteri yang bervariasi dalam menghambat jamur *Sclerotium* sp., dapat dilihat dengan terbentuknya zona

hambat dari masing-masing isolat (Gambar 2). Getha & Vikineswary (2002), Minaxi & Saxena (2010), dan Suryanto *et al.* (2012) menunjukkan bahwa hifa yang terhambat mengalami pertumbuhan abnormal seperti hifa patah, lisis, menggulung, memendek, dan membengkok.

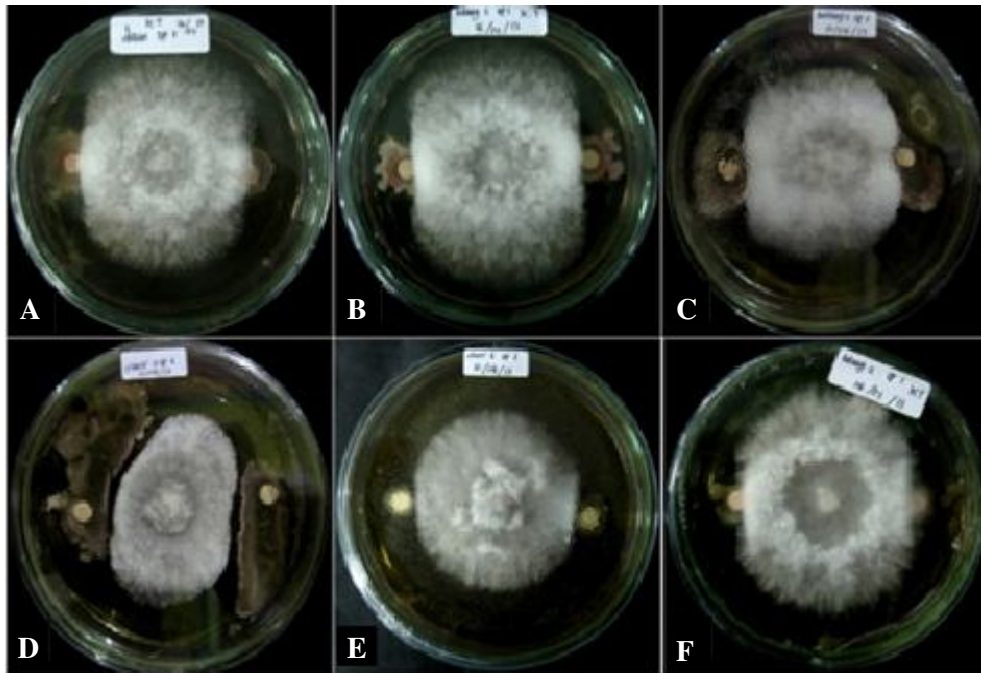
Zona hambat terbesar ditunjukkan oleh isolat LN1 sebesar 19,9 mm pada hari ke-empat, sedangkan zona hambat terkecil terdapat pada isolat LN5 sebesar 8,5 mm pada hari ke-empat (Gambar 3). Isolat LN6 mampu menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp. sampai hari ke-tiga, sedangkan isolat LN3 mampu menghambat sampai hari ke-dua saja. Isolat LN1 (Gram positif) dan LN2 (Gram negatif) selanjutnya digunakan untuk uji *in vivo* pada benih kacang tanah berdasarkan zona hambat terbesar yang dihasilkan

Kemampuan menghambat oleh bakteri endofitik didasarkan kepada kemampuannya menghasilkan metabolit seperti enzim pendegradasi dinding sel atau senyawa antijamur lainnya (Ramamoorthy *et al.*, 2002; Attia *et al.*, 2011; Govindappa *et al.*, 2011). Besarnya zona hambat yang dihasilkan tergantung dari jenis dan stabilitas metabolit yang dihasilkan oleh masing-masing bakteri yang berfungsi sebagai antifungi terhadap jamur *Sclerotium* sp., oleh karena itu tiap-tiap bakteri memiliki besar zona hambat dan stabilitas penghambatan yang berbeda-beda. Kemampuan penghambatan secara *in vitro* ini mungkin dipengaruhi oleh jenis, kelarutan dan kestabilan senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh bakteri pada media uji, dan kepadatan serta jenis media uji.

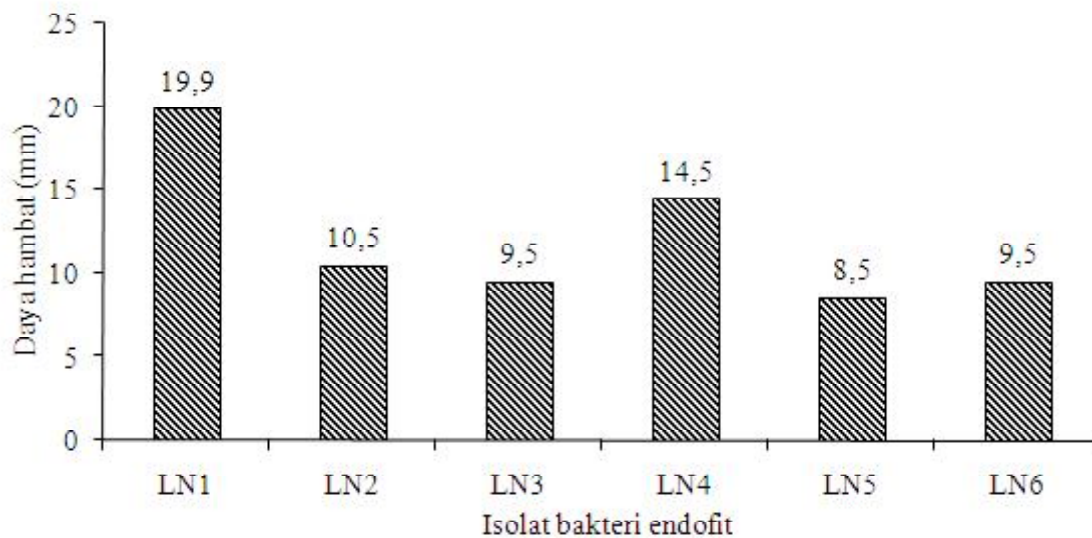
Penghambatan Serangan *Sclerotium* sp. oleh Bakteri Endofit. Hasil uji patogenitas jamur *Sclerotium* sp. terhadap benih kacang tanah menunjukkan patogenitas yang cukup tinggi. Benih kacang tanah



Gambar 1. (A) Sklerotia pada biji kacang tanah yang tidak tumbuh, (B) biakan murni jamur *Sclerotium* sp., dan (C) hasil reisolasi biji kacang tanah yang terserang *Sclerotium* sp.



Gambar 2. Uji daya hambat bakteri endofit dengan *Sclerotium* sp. (A) bakteri LN2, (B) bakteri LN4, (C) bakteri LN5, (D) bakteri LN1, (E) bakteri LN3, (F) dan bakteri LN6

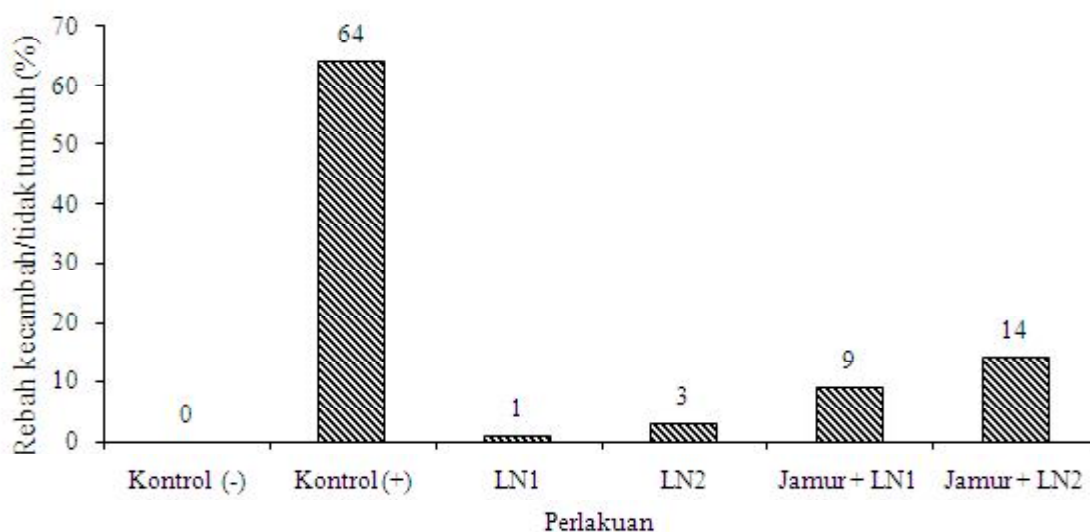


Gambar 3. Histogram hasil asai daya hambat bakteri endofit terhadap *Sclerotium* sp.

banyak mengalami rebah pada hari ke-tiga, hal ini menunjukkan jamur *Sclerotium* sp., menghambat pertumbuhan kacang tanah ketika masih dalam bentuk bibit/benih sehingga benih tidak dapat tumbuh menjadi kecambah. Persentase benih kacang tanah yang mengalami rebah kecambah terbesar pada kontrol (+). Sklerotia jamur dengan cepat menginfeksi benih kacang

tanah jika tanpa agen pengendali hayati yang dapat menghambat serangan jamur *Sclerotium* sp. Persentase rebah kecambah yang disebabkan oleh *Sclerotium* sp. terhadap benih kacang tanah yaitu sebesar 64% (Gambar 4).

Isolat bakteri yang diberikan pada biji kacang tanah kelihatannya tidak bersifat patogen. Bakteri endofit



Gambar 4. Histogram persentase rebah kecambah atau biji kacang tanah yang tidak tumbuh setelah diinokulasikan *Sclerotium* sp. dengan bakteri endofit.

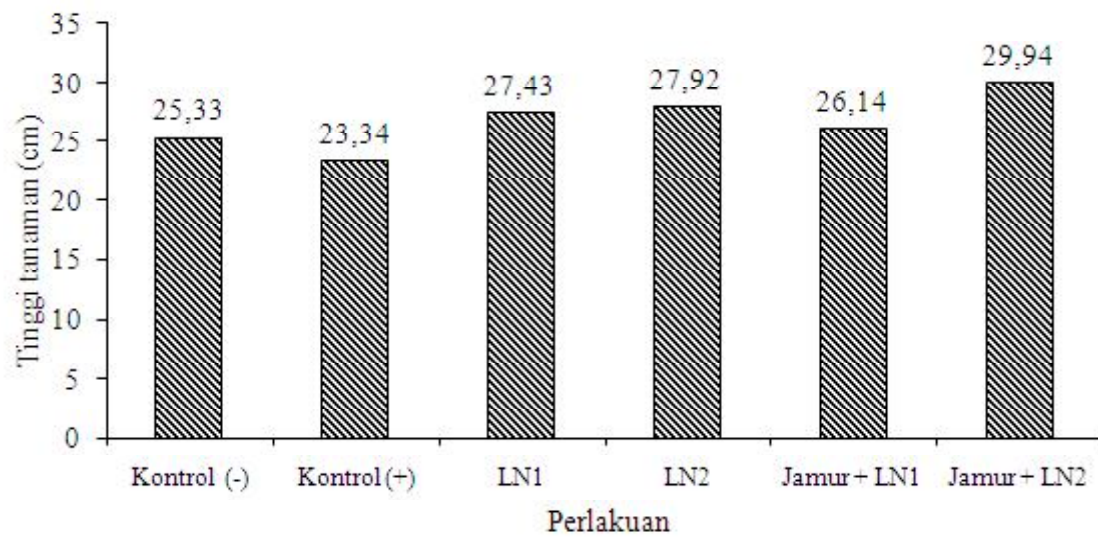
berasosiasi dengan tanaman inang dalam bentuk asosiasi yang tidak merugikan inang (Bacon & Hinton, 2002). Isolat juga menunjukkan kemampuan menurunkan serangan jamur antara 50-56% (Gambar 4) dibandingkan dengan perlakuan kontrol (+). Bakteri endofit berasosiasi secara mutualistik dan dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati penyakit tanaman bahkan dapat mengurangi serangan hama tanaman (Ramamoorthy *et al.*, 2002; Ziedan, 2006). Isolat bakteri endofit *B. subtilis* and *P. fluorescens* bahkan mampu menahan penularan patogen pada biji kacang tanah 30 hari setelah panen (Ziedan, 2006).

Bakteri endofit memberikan sumbangan dalam mengendalikan serangan penyakit dan sebagai penghasil hormon pengatur pertumbuhan, dan menginduksi ketahanan terhadap penyakit. Dalam mengendalikan serangan penyakit jamur bakteri endofit dapat menghasilkan enzim pelisis dinding sel seperti kitinase, glukonase, dan protease (Anitha & Rabeeth, 2010; Patel *et al.*, 2007; Gohel *et al.*, 2006), atau melepaskan metabolit sekunder yang toksik terhadap jamur (Alabouvette *et al.*, 2006). *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* menunjukkan adanya peningkatan aktivitas peroksidase, kitinase, β -1,3-glukanase dan fenilalanin amonia liase, dan akumulasi senyawa fenolat sebagai bentuk respon terhadap serangan jamur (Attia *et al.*, 2011; Ramamoorthy *et al.*, 2002). Kelompok bakteri endofit mungkin melakukan mekanisme yang serupa dalam menghadapi jamur dalam tanaman. Bakteri yang diinokulasikan pada jaringan akar kacang tanah merangsang reaksi pertahanan inang yang ditunjukkan

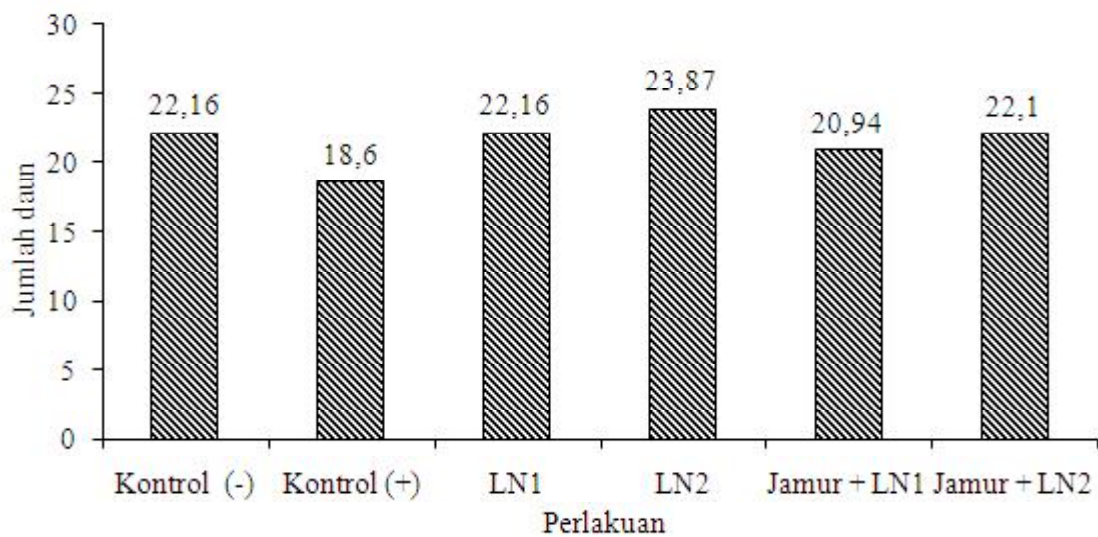
dengan adanya deposit elektron, akumulasi inter dan intraseluler, agregasi organel, dan vakuola kecil ketika diamati dengan elektron mikroskop transmisi (Ziedan, 2006).

Pengamatan Performa Kecambah. Untuk mengetahui pengaruh pemberian isolat bakteri endofit terhadap performa kecambah secara keseluruhan dilakukan pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering kecambah. Perlakuan pemberian isolat bakteri endofit terlihat mempengaruhi penambahan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering. Banyak penelitian yang menggunakan bakteri pengendali jamur melaporkan adanya perbaikan performa tanaman seperti peningkatan persentase kecambah, tinggi kecambah dan panjang akar, jumlah polong/tanaman, dan hasil (Ziedan, 2006; Muthukumar *et al.*, 2010).

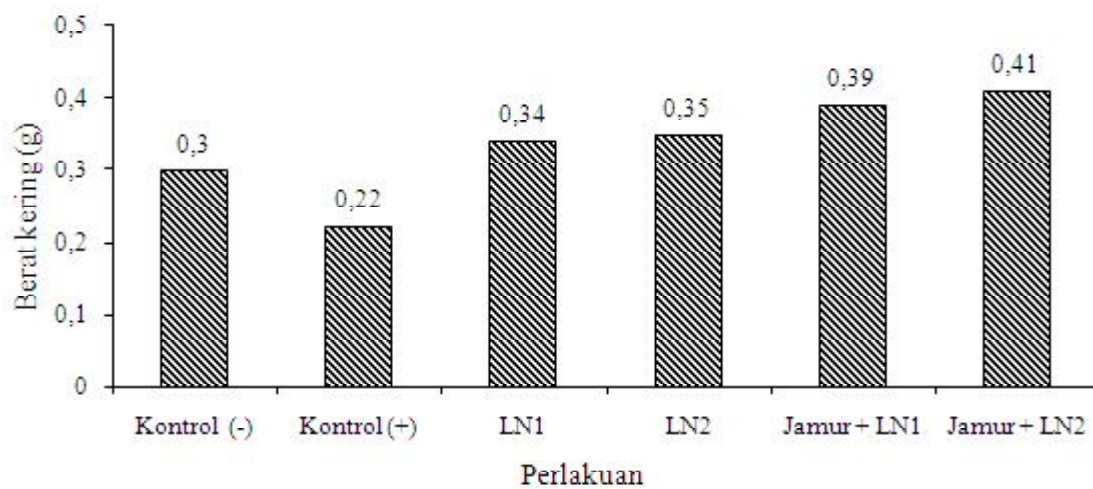
Perlakuan biji yang direndam bakteri endofit LN2 memberikan tinggi tanaman 27,92 cm, dibandingkan dengan kontrol (-) setinggi 25,33 dan dengan kontrol (+) setinggi 23,34 cm (Gambar 5). Perlakuan biji yang direndam isolat LN2 menambah jumlah daun menjadi 23,87. Jumlah daun yang paling sedikit terdapat pada kontrol (+) dengan rata-rata jumlah daun 18,60 (Gambar 6). Penambahan berat kering kecambah terlihat pada pemberian isolat bakteri endofit. Berat kering tertinggi pada perlakuan isolat LN2 pada tanah yang diberi sklerotia jamur patogen dengan berat kering mencapai 0,41 gram. Berat kering terendah terjadi pada kontrol (+) dengan berat kering 0,22 g (Gambar 7).



Gambar 5. Histogram perbedaan tinggi tanaman tiap perlakuan pemberian bakteri endofit



Gambar 6. Histogram perbedaan jumlah daun tiap perlakuan pemberian bakteri endofit.



Gambar 7. Histogram perbedaan berat kering tiap perlakuan pemberian bakteri endofit.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan 6 isolat bakteri endofit dari tanaman kacang tanah. Uji antagonis *in vitro* menunjukkan zona hambat yang paling besar terhadap *Sclerotium* sp. terdapat pada isolat LN1, LN2 dan LN4, zona hambat terkecil terdapat pada bakteri LN5. Penelitian menunjukkan pemberian bakteri LN1 dan LN2 pada tanaman kacang tanah mengurangi potensi serangan jamur *Sclerotium* sp. sebesar 56% dan 50%. Selain itu pemberian isolat ini meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering dibandingkan dengan kecambah dari biji yang ditanam pada media tumbuh yang diinokulasi sklerotia *Sclerotium* sp. (kontrol (+)).

DAFTAR PUSTAKA

- Alabouvette C, Olivain C, & Steinberg C. 2006. Biological control of plant diseases: the European situation. Review. *Eur. J. Plant Pathol.* 114: 329–341.
- Alexopoulos CJ & Mims CW. 1979. *Introductory of Mycology*. 3rd edition. John Wiley and Sons. New York.
- Anitha A & Rabeeth M. 2010. Degradation of fungal cell walls of phytopathogenic fungi by lytic enzyme of *Streptomyces griseus*. *Afr. J. Plant Sci.* 4(3): 61–66.
- Anonim. 2013. Luas panen, produksi dan rata-rata produksi kacang tanah menurut kabupaten/kota Tahun 2012. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. <http://sumut.bps.go.id/?opt=1&qw=tstasek&kd=2354> (diunduh tgl. 9 April 2014).
- Attia M, Awad NM, Turkey AS, & Hamed HA. 2011. Induction of defense responses in soybean plants against *Macrophomina phaseolina* by some strains of plant growth promoting rhizobacteria. *J. Appl. Sci. Res.* 7(11): 1507–1517.
- Bacon CW & Hinton DM. 2002 Endophytic and biological control potential of *Bacillus mojavensis* and related species. *Biol. Control* 23(3): 274–284.
- Choppakatla V. 2006. Pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. and *Sclerotium rolfsii* on wheat and peanut and genetic variation among *Rhizoctonia* isolates. Dissertation. Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University. Stillwater. Oklahoma.
- Getha K & Vikineswary S. 2002. Antagonistic effects of *Streptomyces violaceusniger* strain G10 on *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race 4: Indirect evidence for the role of antibiosis in the antagonistic process. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 28(6): 303–310.
- Gohel V, Singh A, Vimal M, Ashwini P, & Chhatpar HS. 2006. Bioprospecting and antifungal potential of chitinolytic microorganisms. *Afr. J. Biotechnol.* 5(2): 54–72.
- Govindappa M, Ravishankar RV, & Lokesh S. 2011. Screening of *Pseudomonas fluorescens* isolates for biological control of *Macrophomina phaseolina* root-rot of safflower. *Afri. J. Agric. Res.* 6(6): 6256–6266.
- Haggag WM. 2010. Role of entophytic microorganisms in biocontrol of plant diseases. *Life Sci. J.* 7: 57–62.
- Lin T, Zhao L, Yang Y, Guan Q, & Gong M. 2013. Potential of endophytic bacteria isolated from *Sophora alopecuroides* nodule in biological control against Verticillium wilt disease. *Aust. J. Crop Sci.* 7(1): 139–146.
- Minaxi & Saxena J. 2010. Characterization of *Pseudomonas aeruginosa* RM-3 as a potential biocontrol agent. *Mycopathologia* 170(3): 181–193.
- Momota P, Singh BK, & Devi SI. 2012. Role of endophytic microorganisms in sustainable agriculture. *NeBio* 3(2): 69–77.
- Muthukumar A, Bhaskaran R, & Sanjeevkumar K. 2010. Efficacy of endophytic *Pseudomonas fluorescens* (Trevisan) migula against chilli damping-off. *J. Biopest.* 3(1 Special Issue): 105–109.
- Patel B, Gohel V, & Raol B. 2007. Statistical optimisation of medium components for chitinase production by *Paenibacillus sabina* strain JD2. *Ann. Microbiol.* 57: 589–597.

- Radu S & Kqueen CY. 2002. Preliminary screening of endophytic fungi from medicinal plants in Malaysia for antimicrobial and antitumor activity. *Malays J. Med. Sci.* 9(2): 23-33.
- Ramamoorthy V, Raguchander T, & Samiyappan R. 2002. Enhancing resistance of tomato and hot pepper to *Pythium* diseases by seed treatment with fluorescent pseudomonads. *Eur. J. Plant Pathol.* 108(5): 429-441.
- Semangun H. 1993. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suryanto D, Wibowo RH, Siregar EBM, & Munir E. 2012. A possibility of chitinolytic bacteria utilization to control basal stems disease caused by *Ganoderma boninense* in oil palm seedling. *Afr. J. Microbiol. Res.* 6(9): 2053-2059.
- Tian XL, Cao LX, Tan HM, Zeng QG, Jia YY, Han WQ, & Zhou SN. 2004. Study on the communities of endophytic fungi and endophytic actinomycetes from rice and their antipathogenic activities *in vitro*. *World J Microbiol Biotechnol.* 20: 303-309.
- Yaqub F & Shahzad S. 2005. Pathogenicity of *Sclerotium rolfsii* on different crops and effect of inoculum density on colonization of mungbean and sunflower roots *Pak. J. Bot.* 37(1): 175-180.
- Ziedan EHE. 2006. Manipulating endophytic bacteria for biological control to soil borne diseases of peanut. *J. Appl. Sci. Res.* 2(8): 497-502.